



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: 0 527 108 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 92810581.6

(81) Int. Cl.⁶: G01J 3/46

(22) Anmeldetag: 29.07.92

(20) Priorität: 07.08.91 CH 2335/91

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
10.02.93 Patentblatt 93/06

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FR GB IT LI NL

(71) Anmelder: CIBA-GEIGY AG
Klybeckstrasse 141
CH-4002 Basel (CH)

(72) Erfinder: Hermann, Hanspeter
Im Leih 56
W-7850 Lärach-Hauningen (DE)
Erfinder: Dáfago, Raymond
Blümlhofstrasse 421
CH-4125 Riehen (CH)
Erfinder: Franceschini, Peter
rue du Car 64
CH-2612 Movveller (CH)
Erfinder: Forster, Peter
Neubadstrasse 88
CH-4054 Basel (CH)

(64) Rezepturbestimmung einer Farbmittelmischung.

(67) Die nachzustellende Sollfarbe wird durch die Farbartkoordinaten a^* und b^* nach CIE und einen Farbtiefe-Kennwert festgelegt. Von den zur Verfügung stehenden Standardfarben werden die Remissionspektren verschieden tief gefärbter Farbmuster aufgenommen und abgespeichert. Aus den Remissionspektren werden für die gewünschte Farbtiefe die Eich-Farborde der Standardfarben berechnet. Die betreffende Farbtiefe-Ebene wird in nicht überlappende Dreiecksflächen segmentiert, deren Eckpunkte durch die Eichfarborde gegeben sind. Es wird diejenige Dreiecksfläche aufgesucht, in der der Farborde der nachzustellenden Sollfarbe liegt. Anschliessend werden die relativen Mengenteile der drei zur betreffenden Dreiecksfläche gehörenden Standardfarbe berechnet, welche zur Nachstellung der Sollfarbe erforderlich sind.

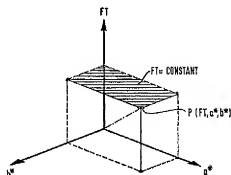


Fig. 1

EP 0 527 108 A2

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Bestimmung der Rezeptur einer Farbmittelmischung gemäss dem Oberbegriff von Patentanspruch 1 bzw. von Patentanspruch 12 sowie die Anwendung des Verfahrens und der Vorrichtung im Zusammenhang mit einem Färbe- und/oder Druckprozess sowie mit der Herstellung einer Farbmittelmischung.

5 Jeder Industriebereich, der sich mit der Farbgebung beschäftigt, hat vorlagengetreue Nachstellungen von Farbtönen durchzuführen oder neue Farb- und Formzusammensetzungen zu entwerfen. In den letzten Jahren hat sich dieser Industriebereich durch die möglich gewordene Verknüpfung von Design, farbiger Computergraphik, Farbmetrik und Computeranationen sehr stark entwickelt.

Es ist heute möglich, eine Farb- und Formvorlage z.B. mittels eines Scanners oder einer Videokamera auf einem Bildschirm darzustellen und wunschgemäss bezüglich Form- und Farbgebung zu variieren sowie dieses Design mittels eines Farbdruckers, z.B. eines Ink-Jet-Druckers, auf jedem beliebigen Substrat auszudrucken. Die Nachstellung der Vorlage bereitet aber immer noch Schwierigkeiten, da die gesuchten Farbtöne z. B. aus einem umfangreichen Farbatlas ausgewählt werden müssen; bekannt sind Sammlungen von bis zu 16000 verschiedenen Farbtönen, sowie computerunterstützte Systeme, die eine sehr grosse Zahl von Farbtönen speichern und mit Hilfe eines Bildschirms visualisieren oder auch mittels eines Farbdruckers auf einem beliebigen Substrat ausdrucken können. Die Farbatlanten traditioneller Art und elektronischer Art liefern für jede Farbstoffklasse die Rezepturen, die von Substrat zu Substrat verschieden sein können.

Die Herstellung solcher Farbatlanten benötigt einen grossen Aufwand. Die Farbatlanten sind natürlich nur so lange gültig, wie sich die Grundfarbstoffe, die Applikationsverfahren und die Substrate nicht ändern. Jede Aenderung bedingt eine zumindest teilweise oder gar vollständige Erneuerung der Farbatlanten. Diese Verfahrensweise ist daher äusserst unökonomisch.

Bekannt sind ferner farbmimetrische Rezeptierungen mittels der Spektrophotometrie. Auch diese Rezeptierung zeigt Mängel bei der Nachstellung, da die bekannten Programme zu wenig selektiv sind und in der Regel eine Vielzahl von Rezepten erstellen, so dass Spezialisten notwendig sind, um aus diesen Vorschlägen die "richtigen" Rezepturen auszuwählen. Mit diesen ausgewählten Rezepten wird dann jeweils eine Proberfärbung hergestellt, und anschliessend entsprechend der Erfahrung des Spezialisten einmal oder auch mehrfach korrigiert.

Alle heute in der Praxis bestehenden und bekannten farbmimetrischen Systeme zur Nachstellung einer Vorlage verwenden Reflexionskurven der Vorlage, und es wird versucht, durch Mischen bekannter Farbstoffe die Reflexionskurven der Vorlage anzunähern.

Weil die Reflexionsdaten von den Farbstoffen abhängen und man in der Regel nicht die in der Vorlage verwendeten Farbstoffe einsetzen kann, wird die Nachstellung im allgemeinen eine Reflexionskurve aufweisen, die mehr oder weniger von der Vorlage abweicht. Um die Abweichung möglichst gering zu halten, werden Mischungen verschiedener Farbstoffe verwendet, um Unterschiede der Reflexionskurven auszugleichen. Diese Vorgehensweise ist zeitraubend und bedingt grosse Erfahrung mit den verwendeten Farbstoffen.

Mit dem erfindungsgemässen Verfahren zur Rezepturberechnung einer Farbmittelmischung und der entsprechenden erfindungsgemässen Vorrichtung werden die genannten Mängel der bekannten Systeme beseitigt.

Das erfindungsgemässe Verfahren und die erfindungsgemässe Vorrichtung sind durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 bzw. 12 gekennzeichnet. Bevorzugte Ausgestaltungen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche 2-6.

Das erfindungsgemässe Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass jede Vorlage praktisch beliebig exakt nachgestellt werden kann, weil nicht die beste Annäherung an die Reflexionskurve der Vorlage gesucht wird, sondern die Farbe der Vorlage im Farbraum exakt definiert wird und exakt dieser Farbtint im Farbraum zur Rezeptierung aufgesucht wird.

Das erfindungsgemässe Verfahren beruht auf dem bekannten CIE L*a*b*-Farbkoordinatensystem, wobei aber die Helligkeitsachse L* durch die Farbtiefen-Kenngrösse FT ersetzt wird. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist, dass Farborte gleicher Farbtiefe oder gleicher Farbstärke auf einer Ebene des Farbraumes liegen.

Als Farbtiefen-Kenngrösse FT kommt z.B. die Richttiefen in Betracht, wobei die Richttiefen nicht nur in den bekannten 2/1, 1/1, 1/3, 1/6, 1/12 und 1/25 Tiefen angegeben wird, sondern noch weiter unterteilt werden kann, z.B. in Schriften von 1/10 Richttiefen oder kleiner. Ferner können als Farbtiefen-Kenngrösse Werte aus Reflexionsmessungen verwendet werden, welche nach Angaben in "Textilveredung", 1986, Seiten 299 bis 304 erhältlich sind. Weitere Farbtiefe-Kenngrössen sind z.B. in W. Schulze, "Farbenlehre und Farbmessung", 3. Auflage, Springer-Verlag, Seiten 79-84 und in Schönplug, "Die Anwendung von Köpenfarbstoffen zum Färben von Polyamidfasern", Meiland, 38-2/1967, Seiten 173-177 beschrieben. Die vorstehend angeführten und die im folgenden noch zitierten Druckschriften dienen lediglich zu Offenbarungszwecken als Referenz für den Fachmann, sind aber in Bezug auf die vorliegende Erfindung unerheblich.

Ein Vorteil der Aufteilung des Farbraumes in Ebenen verschiedener Farbtiefe, wobei alle Farbtöne auf einer

Ebene die gleiche Farbtiefe aufweisen, ist, dass bei der Festlegung der Farbtiefe oder Farbstärke der nachzustellenden Vorlage die entsprechende Farbtiefeebene der zu verwendenden Farbstoffe bekannt ist und sich die gewünschte Farbart, a^* - und b^* -Daten, entweder aus einem einzelnen Farbstoff, einer Zweier-Mischung oder einer Dreier-Mischung ermitteln lässt. Da durch die bekannte Farbtiefeebene auch die Einsatzkonzentration jedes Farbstoffes für diese Farbtiefeebene feststeht, ist das Verhältnis von Mischungen der Farbstoffe durch relativ einfache Rechenverfahren zu ermitteln. Geeignete Rechenverfahren sind z.B. rein rechnerische oder geometrische, insbesondere computergesteuerte, Annäherungsverfahren.

Die Farbartkoordinaten a^* und b^* entsprechen denjenigen des bekannten CIE $L^*a^*b^*$ -Farbkoordinatensystems. Farborte unterschiedlicher Farbtiefe oder Farbstärke liegen im genannten $FT=a^*b^*$ -Farbraum auf verschiedenen Ebenen übereinander. Bei der Verwendung einer Farbtiefen-Kenngröße aus Reflexionsmessungen hat sich eine zusätzliche Wichtung der Daten über die Farbempfindung des Auges bzw. über den Farbeindruck als günstig erwiesen.

Die erfindungsgemäße Anwendung des Rezepturbestimmungsverfahrens in einem Färb- und/oder Druckprozess ist im Patentanspruch 7 beschrieben. Die erfindungsgemäße Anwendung des Verfahrens zur Herstellung einer Farbmittelmischung ist Gegenstand des Patentanspruchs 8. Ein erfindungsgemäßer Färb- und/oder Druckprozess unter Einbeziehung des Rezepturbestimmungsverfahrens ist Gegenstand des Patentanspruchs 9. In den Patentansprüchen 13, 14 und 15 sind die erfindungsgemäße Färbvorrichtung, die erfindungsgemäße Farbmittelmischvorrichtung und die erfindungsgemäße Druckvorrichtung beschrieben.

Im folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine beispielsweise ausgewählte Farbtiefen-Ebene mit eingetragener Segmentierung in Dreiecksflächen,

Fig. 2 ein ausgewähltes Segment aus Fig. 1,

Fig. 3 das Segment der Fig. 2 mit eingetragener Strukturierung,

Fig. 4 den erfindungsgemäßen, durch die Koordinatenachsen FT , a^* und b^* definierten Farbraum,

Fig. 5 ein Flussdiagramm des erfindungsgemäßen Rezepturberechnungsverfahrens,

Fig. 6 ein Blockschema einer erfindungsgemäßen Rezepturberechnungsvorrichtung,

Fig. 7 ein Blockschema einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Herstellung einer Farbmittelmischung und

Fig. 8 ein Blockschema einer erfindungsgemäßen Färb- bzw. Druckvorrichtung.

Grundlage der vorliegenden Erfindung ist der in Fig. 4 schematisch dargestellte Farbraum, der durch die Koordinatenachsen a^* , b^* und FT definiert ist. Die Koordinatenachsen a^* und b^* entsprechen dabei exakt den Chromatitäts- oder Farbart-Koordinaten a^* und b^* des $L^*a^*b^*$ -Farbraums nach CIE. Anstelle der Luminanz-Koordinate L^* beim $L^*a^*b^*$ -Farbraum tritt aber hier als dritte Koordinatenachse die Farbtiefe FT , wobei es sich zum Beispiel um die sogenannte Richttiefe oder um eine andere Farbtiefe-Kenngröße handeln kann, wie sie z.B. in "Textilveredelung" 1986, Seiten 299-304 beschrieben ist. Die Farbtiefe FT , welche unabhängig von der Farbart gleiche Farbtiefe definiert, kann dabei visuell erfasst oder aus Remissionspektren berechnet werden.

Jeder Farbart P im Farbraum ist durch seine drei Koordinaten FT , a^* und b^* eindeutig definiert. Farborte gleicher Farbtiefe liegen in einer gemeinsamen Farbtiefe-Ebene $FT = \text{constant}$.

Fig. 1 zeigt eine solche Farbtiefe-Ebene, beispielsweise etwa $\frac{2}{3}$ Richttiefe, mit acht eingetragenen Farborten P1-P8, welche jeweils reinen, d.h. ungemischten Standardfarben (Standard-Farbmitteln, Standard-Farbtinten) Gelb (P1), Goldgelb (P2), Orange (P3), Rot (P4), Rotblau (P5), Blau (P6), Türkis (P7) und Schwarz (P8) entsprechen. Die Farborte P1-P8, d.h. die Farbart-Koordinaten a^* und b^* der Punkte P1-P8, ergeben sich aus einer Farbmessung nach CIE aus Probefärbungen (körperlichen Farbmustern) der betreffenden Farbtiefe, hier also z.B. $\frac{2}{3}$ Richttiefe. Die Farborte der ungemischten (reinen) Standardfarben werden im folgenden als Eich-Farborte bezeichnet.

Für eine Färbung eines bestimmten Substrats mit einer vorgegebenen Farbtiefe ist für jede Standard-Farbe eine charakteristische Farbstoffkonzentration erforderlich. Diese hängt neben der angestrebten Farbtiefe unter anderem vom Farbstoff selbst, vom Applikationsverfahren und vom Substrat ab. Der Zusammenhang zwischen Konzentration und Farbtiefe ist in der Regel für jede handelsübliche Standard-Farbe bekannt (z.B. Richttiefen-Tafel) oder kann leicht anhand von Probefärbungen ermittelt werden. Für das Verständnis der vorliegenden Erfindung ist die Tatsache wesentlich, dass sich die Farbtiefe einer Färbung mit einer Mischung aus Standardfarben unabhängig vom Mischungsverhältnis nicht ändert, wenn die beteiligten Standardfarben in den für die betreffende Farbtiefe erforderlichen und mit dem Mischungsverhältnis gewichteten Konzentrationen eingesetzt werden. Sind also z.B. für die drei Farben P1, P6 und P7 für eine bestimmte Farbtiefe jeweils die Konzentrationen C_1 , C_6 und C_7 erforderlich, so ergibt jede beliebige Mischung dieser drei Standardfarben mit

dem Mischungsverhältnis X_4, X_6 und X_7 ($X_1 + X_6 + X_7 = 1$) eine Färbung der betreffenden Farbtiefe, wenn die Farbstoffkonzentrationen zu $X_1 \cdot C_1, X_6 \cdot C_6$ und $X_7 \cdot C_7$ festgelegt werden. Diese Erfahrungstatsache erlaubt es, das an sich dreidimensionale Problem der Farbnachstellung auf ein zweidimensionales zu reduzieren, indem die nachzustellende Farbtiefe vorgegeben wird und alle weiteren Berechnungen nur noch in der betreffenden Farbtiefenebene erfolgen.

Wie sich aus der weiteren Beschreibung der Erfindung noch ergeben wird, müssen die Eich-Farborde, d.h. die a^* - und b^* -Koordinaten der für die Nachstellung zur Verfügung stehenden Standardfarben in der jeweils interessierenden Farbtiefenebene, d.h. die Farbtiefe der nachzustellenden Farbe, bekannt sein. Die nachzustellende Farbe wird im folgenden als Sollfarbe, ihr Farbord als Soll-Farbord, ihre Farbkordinaten als Soll-Farbtiefe-Koordinate und Soll-Farbkordinaten bezeichnet.

Die Bestimmung der Eich-Farborde kann auf verschiedene Weise erfolgen. Eine naheliegende Methode besteht darin, dass mit jeder Standardfarbe Probefärbungen verschiedener fein abgestufter Farbtiefen gemacht und die zugehörigen Farbkordinaten a^* und b^* gemessen werden. Gemäss einem weiteren Aspekt der Erfindung wird aber vorteilhaft wie folgt vorgegangen:

Mit jeder Standardfarbe werden Probefärbungen mit unterschiedlichen Farbstoffkonzentrationen gemacht und von jeder Probefärbung wird das Remissionsspektrum aufgenommen und gespeichert. Aus den Remissionsspektren werden für jede Probefärbung die Farbkordinaten a^* und b^* nach CIE sowie die Farbtiefe, z.B. wie in "Textilveredelung" 1986, Seiten 298-304 oder in W. Schultze "Farbanalyse und Farbmessung", Seiten 78-84, 3. Auflage, Springer Verlag oder in Schönplüg "Die Anwendung von Küpenfarbstoffen zum Färben von Polyamidfasern", Meliland-38-2/1957, Seiten 173-177 beschrieben, berechnet. Alternativ können die Farbtiefen auch durch visuelle Beurteilung ermittelt werden bzw. können die Probefärbungen mit vorgegebenen Farbtiefenabstufungen erfolgen.

Nach diesen Messungen liegen für jede Standardfarbe die funktionellen Zusammenhänge zwischen der Farbtiefe-Koordinate FT bzw. den Farbkordinaten a^* und b^* und den jeweiligen Farbstoffkonzentrationen c in tabellarischer Form (diskrete Einzelpunkte) vor:

$$FT_1 = f(c) \quad a^*_1 = g(c) \quad b^*_1 = h(c)$$

Der Index 1 bezeichnet die einzelnen Standardfarben, die Funktionen f, g und h symbolisieren die funktionellen Zusammenhänge mit den Konzentrationen c .

Zur Ermittlung des Eich-Farborde einer Standardfarbe 1 in einer bestimmten Soll-Farbtiefen-Ebene wird aus dem Zusammenhang $FT_1 = f(c)$ die erforderliche Konzentration c bestimmt, und daraus ergeben sich durch Einsetzen in die Zusammenhänge $a^*_1 = g(c)$ und $b^*_1 = h(c)$ die Koordinaten a^* und b^* des Eich-Farborde der Standardfarbe 1 bei der gegebenen Soll-Farbtiefe FT. (Zwischenwerte zwischen den diskreten Einzelpunkten werden interpoliert.)

Gemäss der Erfindung werden also die Eich-Farborde der Standardfarben nicht für jede mögliche Farbtiefenebene vorausberechnet oder gespeichert, sondern aus den Remissionsspektren der Probefärbungen und den daraus ermittelten Zusammenhängen zwischen den Konzentrationen und den Farbraum-Koordinaten FT, a^* und b^* für die jeweils interessierende Farbtiefenebene berechnet. Vorgegeben bzw. gespeichert sind für jede Standardfarbe also lediglich die Remissionsspektren oder die genannten Zusammenhänge.

Unter Rezepturberechnung einer Farbmittelmischung oder Nachstellen einer Farbe wird generell die Aufgabe verstanden, die Mengenanteile der einzelnen Farben eines Satzes vorgegebener Standardfarben (Farbmittel, Farbtinten) definierter Eigenschaften zu bestimmen, welche in Mischung auf einem Substrat (innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs) denselben Farbeindruck hervorrufen wie ein vorgegebenes Farbmuster, d.h. die nachzustellende Sollfarbe mit einem bestimmten Soll-Farbord. Im vorliegenden Fall muss also eine Färbung mit der zu bestimmenden Farbmittelmischung auf dem Substrat bezüglich Farbtiefe und Farbord (a^*, b^*) mit der nachzustellenden Sollfarbe übereinstimmen.

Als erstes werden die Soll-Farbkordinaten FT_S, a^*_S und b^*_S der nachzustellenden Sollfarbe bestimmt. Die Soll-Farbkordinaten a^*_S und b^*_S werden in herkömmlicher Weise nach CIE aus dem Remissionsspektrum des nachzustellenden Farbmusters berechnet. Die Soll-Farbtiefe FT_S wird entweder visuell bestimmt oder ebenfalls, wie schon erwähnt, aus dem Remissionsspektrum z.B. durch Filtration (gewichtete Integration über den Wellenlängenbereich) berechnet. Die Soll-Farbkordinaten können natürlich auch, z.B. von früheren Messungen oder dergleichen, direkt vorgegeben werden. In Fig. 1 ist der Farbord einer beispielsweise Sollfarbe durch den Punkt P_S angedeutet, wobei angenommen ist, dass es sich bei der dargestellten Farbtiefen-Ebene um die Soll-Farbtiefe FT_S der Sollfarbe handelt.

Das Ziel der nachfolgenden Verfahrens- oder Berechnungsschritte ist die Bestimmung der relativen Mengenanteile X_i der einzelnen Standardfarben an der gesuchten Farbmittelmischung, die auf dem Substrat den Sollfarbord P_S mit der Soll-Farbtiefe FT_S ergeben soll. Sämtliche Berechnungen laufen nun in der durch die Soll-Farbtiefe FT_S vorgegebenen Farbtiefenebene ab.

Wie aus Fig. 1 erhellt, stehen (im gezeigten Beispiel) acht Standardfarben mit den Eich-Farborde P_1 - P_8

zur Verfügung. Dies ergibt eine sehr grosse Zahl von verschiedenen Mischungsmöglichkeiten. Gemäss einem der wesentlichsten Aspekte der Erfindung werden zur Nachstellung einer Sollfarbe aber nur Mischungen aus maximal drei Standardfarben zugelassen. Dazu wird die durch die Soll-Farbtiefe F_s gegebene Farbtiefenebene des Farbraums in Dreiecksflächen segmentiert, deren Eckpunkte die Eich-Farbtöne der für die Nachstellung vorgesehenen Standardfarben sind und deren in der Regel gekrümmte Begrenzungslinien die Farborte aller Zweiermischungen von jeweils zwei Standardfarben darstellen. Die Dreiecksflächen sind so gewählt, dass sie nicht überlappen, sodass jeder Punkt innerhalb einer Dreiecksfläche den Farbort einer Dreiermischung der jeweils betreffenden, durch die Eckpunkte der Dreiecksfläche bestimmten Standardfarben darstellt. Jeder Farbort einer Dreiecksfläche ist somit durch ein einziges Rezept, d.h. eine einzige Mischung der drei betreffenden Standardfarben definiert, welche entweder nur eine einzige Standardfarbe enthält, wenn der betreffende Farbort mit einem der drei Eckpunkte der Dreiecksfläche zusammenfällt, oder zwei Standardfarben enthält, wenn der Farbort auf einer Begrenzungslinie der Dreiecksfläche liegt, oder alle drei Standardfarben enthält, wenn der Farbort im Inneren der Dreiecksfläche liegt. Im gewählten Beispiel in Fig. 1 sind dies die drei Farben P2, P3 und P8.

Die Segmentierung der Farbtiefen-Ebenen in Dreiecksflächen kann mit den verschiedensten Standardfarben durchgeführt werden, wobei es einzig darauf ankommt, dass der Farbraum (d.h. die Fläche der Farbtiefen-Ebene für alle Farbtiefen) möglichst gut abgedeckt ist. Die für die Nachstellung herangezogenen und damit in die Segmentierung eingehenden Standardfarben an sich können nach verschiedenen Kriterien ausgewählt werden, beispielsweise applikatorische Eigenschaften der eingesetzten Farbstoffe, Echtheitsniveau, Preis, Liefermöglichkeit, Lagerkatalog etc. Das gleiche gilt auch für die Segmentierung d.h. die Festlegung der Dreiecksflächen selber. Auf diese Weise ist es möglich, alle diese Kriterien in die Rezepturberechnung mit einzubeziehen. Ferner können auf diese Weise auch unterschiedliche Rezepturen berechnet werden, z.B. eine Rezeptur auf Basis z.B. hochlichtechter Farbstoffe und eine Rezeptur auf Basis z.B. besonders preisgünstiger Farbstoffe, und so weiter.

Für die Rezepturberechnung muss also zunächst festgestellt werden, zu welcher der nach Obigem eingeteilten Dreiecksflächen der Soll-Farbort P_s der nachzustellenden Soll-Farbe gehört, wodurch die an der gesuchten Mischung beteiligten (maximal drei) Standardfarben festgelegt sind. Danach sind die (je nach 100 % addierenden) relativen Mengenanteile der betreffenden Standardfarben zu bestimmen. Die dazu erforderlichen Schritte sind im folgenden näher beschrieben.

Als erstes müssen die Begrenzungslinien der einzelnen Dreiecksflächen berechnet werden. Dies geschieht durch punktweises Berechnen der Farborte a^* , b^* sämtlicher Zweiermischungen (in beliebig feinen Abstufungen) von jeweils zwei Standardfarben z.B. nach der Theorie von Kubelka und Munk.

Nach Kubelka-Munk lässt sich für jeden auf einem Substrat befindlichen Farbstoff für jede Wellenlänge ein charakteristischer Quotient K/S gemäss folgender Beziehung angeben:

$$K/S = (1 - R)^2/2R$$

Darin ist K eine von der Lichtabsorption bestimmte Konstante, S eine von der Lichtstreuung bestimmte Konstante und R die bei der betreffenden Wellenlänge gemessene Remission. K ist hauptsächlich durch den Farbstoff bestimmt, S hauptsächlich durch das Substrat.

Für eine Mischung aus n Farbstoffen mit den relativen Mengenanteilen

$$X_1 \dots X_n \quad \left(\text{wobei} \quad \sum_{i=1}^n X_i = 1 \right) \quad \text{gilt}$$

$$X_1 \cdot \left(\frac{K}{S} (1) - \frac{K}{S} (S) \right) + X_2 \cdot \left(\frac{K}{S} (2) - \frac{K}{S} (S) \right) + \dots + X_n \cdot \left(\frac{K}{S} (n) - \frac{K}{S} (S) \right) + \frac{K}{S} (S) = \frac{K}{S} (M)$$

Darin bedeuten $\frac{K}{S} (1) \dots \frac{K}{S} (n)$ die aus den Remissionen der einzelnen Farbstoffe 1— n auf dem Substrat berechneten Quotienten K/S für jeden einzelnen Farbstoff, $\frac{K}{S} (S)$ den aus den Remissionen des reinen Substrats S berechneten Quotienten K/S für das Substrat allein und $\frac{K}{S} (M)$ den resultierenden Quotienten K/S für die Mischung aller Farbstoffe auf dem Substrat.

Die Remissionsspektren für die beteiligten Standardfarben auf dem interessierenden Substrat sind gemäss den vorstehenden Erläuterungen bekannt (z.B. im Rechner gespeichert), ebenso das Remissionsspektrum

für das Substrat. Anhand der vorstehenden Formel kann also der Mischungs-Quotient $\frac{K}{S}(M)$ für jede beliebige Mischung (Mengenanteile $X_1 \dots X_n$ der Standardfarben für alle Wellenlängen berechnet werden.

Aus dem Mischungs-Quotient $\frac{K}{S}(M)$ ergibt sich das Remissionsspektrum $R_M(\lambda)$ der Farbmischung nach der Formel:

$$R_M = \left(1 + \frac{K}{S}(M) \right) \cdot \sqrt{\left(\left[1 + \frac{K}{S}(M) \right]^2 - 1 \right)}$$

worin R_M die Remission bei einer Wellenlänge λ ist und für alle Wellenlängen berechnet werden muss.

Aus dem Remissionsspektrum $R_M(\lambda)$ der Farbmischung errechnen sich dann, analog der weiter vorne beschriebenen Berechnung der Eich-Farbtöne der Standardfarben, die Farbtöne der einzelnen Farbmischungen, insbesondere also auch diejenigen Farbtöne, welche die genannten Begrenzungsstellen der einzelnen Dreiecksflächen definieren. Für jeden so berechneten Farbtone ist somit das zugehörige, durch die relativen Mengenanteile $X_1 \dots X_n$ definierte Mischungsverhältnis der beteiligten Standardfarben bekannt. (Fig. 2).

Anhand eines einfachen Koordinaten-Vergleiches ist es nun möglich festzustellen, zu welcher Dreiecksfläche der nachzustellende Soll-Farbtone P_S gehört und welches die (maximal) drei an der Mischung beteiligten Standardfarben sind.

Für die Bestimmung des gesuchten Mischungsverhältnisses des Soll-Farbtone P_S kann sich die weitere Berechnung auf die gefundene Dreiecksfläche beschränken.

Als ersten Schritt kann dann zunächst die Dreiecksfläche, z.B. wie in Fig. 3 veranschaulicht, anhand von Gitterlinien strukturiert werden. Diese Gitterlinien werden gleich berechnet wie die Begrenzungsstellen der Dreiecksflächen, der Unterschied besteht lediglich darin, dass sie die Farbtöne von Dreiermischungen (entstehen von Zweiermischungen) der beteiligten Standardfarben definieren. Die Fig. 3 zeigt Gitterlinien mit relativen Mengenanteilen von 8, 20, 40, 60, 80 und 96 % der Standardfarbe P1 (~ horizontal) und relativen Mengenanteilen von 25, 50 und 75 % der Standardfarbe P8 (~ vertikal). Der mit P_6 bezeichnete beispielsweise Farbtone definiert eine Mischung von 20 % der Standardfarbe P1, 80 % · 25 % = 20 % der Standardfarbe P8 und 80 % · 75 % = 60 % der Standardfarbe P7.

Wenn der nachzustellende Soll-Farbtone, wie in Fig. 3 zum Beispiel der durch einen Kreis symbolisierte Soll-Farbtone P_{S1} , zufällig auf einer Begrenzungsstelle oder dem Schnittpunkt von zwei Gitterlinien liegt, ist das gesuchte Mischungsverhältnis unmittelbar ablesbar. Andernfalls kann die Anzahl der Gitterlinien erhöht werden (feinere Abstufungen), wobei man sich lediglich auf das Feld beschränken kann, in welchem der Soll-Farbtone liegt, beispielsweise etwa der durch ein Kreuz symbolisierte Soll-Farbtone P_{S2} in Fig. 3. Dieses Verfahren kann mit jeweils steigender Genauigkeit (Auflösung) fortgesetzt werden, bis der Soll-Farbtone auf einen Kreuzungspunkt zu liegen kommt und das Mischungsverhältnis damit gefunden ist. Alternativ kann auch nach an sich bekannten Interpolationsmethoden gearbeitet werden.

Ein alternatives Verfahren zur Bestimmung des für den Soll-Farbtone erforderlichen Mischungsverhältnisses besteht in der Anwendung modernerer iterativer Optimierungsalgorithmen, wie z.B. des in "Analytical Chemistry", Vol. 45, No. 3, März 1973 beschriebenen Simplex-Algorithmus. Solche Algorithmen führen in der Regel zu einem geringeren Programmier- und Rechenaufwand, ändern aber an den grundsätzlichen erfindungsgemässen Verfahrensschritten nichts.

In Fig. 5 sind die oben beschriebenen einzelnen Schritte des erfindungsgemässen Verfahrens in Form eines Fluss-Diagramms nochmals übersichtlich zusammengefasst.

In dem erfindungsgemässen Verfahren können zur Nachstellung einer Farbvorlage Farbstoffe der verschiedensten Farbstoffklassen eingesetzt werden, wobei es gleichgültig ist, ob wasserlösliche oder dispergierbare Farbstoffe eingesetzt werden, insbesondere werden Dispersions-, Säure-, Metallkomplex-, Reaktiv-, Kationen-, Schweiß-, Direkt- und Pigment-Farbstoffe, sowie kationische Farbstoffe verwendet. In Betracht kommen auch natürliche Farbstoffe, Entwicklungsfarbstoffe, wie z.B. Naphthol-Farbstoffe, und Nahrungsmittelfarbstoffe. Ferner kommen sämtliche Mischungen der genannten Farbstoffe in Betracht.

Als Beispiele für die verschiedenen Farbstoffklassen sei auf den Colour Index verwiesen; Colour Index, Third Edition, 1970/1971: Acid Dyes, Band 1, Seiten 1001 bis 1662; Basic Dyes, Band 1, Seiten 1607 bis 1688; Direct Dyes, Band 2, Seiten 2006 bis 2478; Disperse Dyes, Band 2, Seiten 2479 bis 2743; Food Dyes, Band 2, Seiten 2773 bis 2786; Leather Dyes, Band 2, Seiten 2799 bis 2835; Natural Dyes, Band 3, Seiten 3225 bis 3256; Pigments, Band 3, Seiten 3267 bis 3390; Reactive Dyes, Band 3, Seiten 3391 bis 3560; Solvent Dyes, Band 3, Seiten 3563 bis 3648; Vat Dyes, Band 3, Seiten 3719 bis 3844.

Das erfindungsgemäße Verfahren eignet sich zur Nachstellung einer Farbe auf allen Substraten, insbesondere auf textilen Fasermaterialien, wie Seide, Leder, Wolle, Polyamidfasern, Polyurethanfasern, cellulosehaltige Fasermaterialien, wie Baumwolle, Leinen und Hanf, sowie Celluloseviacose und Zellstoff, Polyesterfasern, Polyacrylfasern, Papier, Folien und Metallen, wie z.B. polymerbeschichtetes Aluminium. Ferner eignen sich Mischungen der genannten Fasermaterialien, wie z.B. Gemische aus Baumwolle mit Polyesterfasern oder Polyamidfasern.

In dem erfindungsgemässen Verfahren ist die Angabe des Substrates, welches zur Nachstellung verwendet wird, erforderlich, da die Farbstoffkonzentrationen u.a. vom Substrat abhängen. Das Substrat geht bei der Aufnahme der Remissionsspektren der Probefärbungen unterschiedlicher Farbstoffkonzentrationen in die Berechnung ein.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die Anwendung dieses Verfahrens sowie eine Ausmusterungsanlage, welche mit dem erfindungsgemässen Verfahren arbeitet, bieten den Vorteil, dass z.B. bei der Aenderung eines Farbstoffes einer Gamme eines Farbstoffherstellers nicht mehr ein ganzer Farbatlas neu erstellt werden muss, sondern dass lediglich das Remissionsspektrum des neuen Farbstoffes gespeichert werden muss. Aus diesem können die Zweierkombinationstöne und die Mischungen aus diesem und zwei anderen Farbstoffen wie beschrieben berechnet werden.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemässen Verfahrens ist, dass alle zur Nachstellung notwendigen Daten, wie z.B. die Remissionsspektren der Farbstoffe, in einem Computer oder auf einer Diskette gespeichert werden können, so dass ohne eine einzige Ausfärbung, allein durch Einlesen verschiedener Disketten oder Eingabe von Eichdaten eine Vielzahl von "Farbatlantien" zur Verfügung steht.

Als Farbstoffe können in dem erfindungsgemässen Verfahren praktisch alle handelsüblichen Farbstoffe verwendet werden.

Die folgenden Beispiele dienen zur Erläuterung der Erfindung. Darin sind Teile Gewichtsteile und Prozente Gewichtsprozente.

Beispiel 1:

Bei der folgenden Nachstellung eines Farbtons wird davon ausgegangen, dass die Remissionsspektren der für die Nachstellung einzusetzenden Farbstoffe vorliegen, dass der Farbraum segmentiert ist durch die Eich-Farbtöne verschiedener Farbstoffe, und dass die Segmentierung der in Fig. 1 angegebenen Segmentierung entspricht.

Der nachzustellende Farbton ist ein Blauton mit den folgenden charakteristischen Daten: $a^* = -18,15$; $b^* = -27,18$; $FT = 0,88$ (2/3 Richttiefe).

Mit den genannten Daten ist der Soll-Farbort im FTa^*b^* -Farbraum definiert. Der nachzustellende Farbton liegt im Segment, welches durch die Farbstoffe mit den Koordinaten von P1, P6 und P7 charakterisiert ist (vgl. Fig. 3, ⊙-Zeichen). Um den nachzustellenden Farbton aus dem Mischungsverhältnis der Farbstoffe dieses Segments zu bestimmen, wird das Segment strukturiert, indem die a^* - und b^* -Daten von Zweierkombinationstönen (Mischung der Farbstoffe mit den Koordinaten: P1 und P6, P1 und P7, P6 und P7) wie beschrieben errechnet werden.

In den folgenden Tabellen sind die a^* - und b^* -Daten einiger Zweierkombinationen angegeben. Die Farbstoffmischung bezieht sich immer auf die Farbtiefen-Kenngrösse $FT = 0,88$. In den folgenden Tabellen bedeuten FSP1 = Farbstoff mit dem Eich-Farbort P1, FSP6 = Farbstoff mit dem Eich-Farbort P6 und FSP7 = Farbstoff mit dem Eich-Farbort P7 im FTa^*b^* -Farbraum.

Tabelle 1:

Farbstoffmischung	a^*	b^*
100 % FSP1 + 0 % FSP7	- 3,45	93,87
96 % FSP1 + 4 % FSP7	-40,47	63,82
80 % FSP1 + 20 % FSP7	-56,89	37,22
60 % FSP1 + 40 % FSP7	-59,21	21,48
40 % FSP1 + 60 % FSP7	-56,49	8,76
20 % FSP1 + 80 % FSP7	-49,87	- 4,68
8 % FSP1 + 92 % FSP7	-41,68	-16,02
0 % FSP1 + 100 % FSP7	-32,55	-26,70

Tabelle 2:

Farbstoffmischung	a*	b*
100 % FSP6 + 0 % FSP7	12,22	-46,16
75 % FSP6 + 25 % FSP7	2,24	-42,79
50 % FSP6 + 50 % FSP7	-7,44	-38,54
25 % FSP6 + 75 % FSP7	-17,53	-33,88
0 % FSP6 + 100 % FSP7	-32,55	-26,70

Tabelle 3:

Farbstoffmischung	a*	b*
100 % FSP1 + 0 % FSP6	- 3,45	93,87
96 % FSP1 + 4 % FSP6	-23,36	55,59
80 % FSP1 + 20 % FSP6	-28,91	23,00
60 % FSP1 + 40 % FSP6	-26,43	5,32
40 % FSP1 + 60 % FSP6	-20,68	-7,19
20 % FSP1 + 80 % FSP6	-10,97	-21,17
8 % FSP1 + 92 % FSP6	-0,69	-33,01
0 % FSP1 + 100 % FSP6	12,22	-46,16

Die genannte Strukturierung führt durch Verbinden der errechneten a*- und b*-Daten zu der Fig. 3, wobei alle Punkte 100 % ergeben; so setzen sich z.B. die ersten fünf Punkte auf der Linie mit 96 % FSP1 wie folgt zusammen: 96 % FSP1 + 0 % FSP6 + 4 % FSP7; 96 % FSP1 + 1 % FSP6 + 3 % FSP7; 96 % FSP1 + 2 % FSP6 + 2 % FSP7; 96 % FSP1 + 3 % FSP6 + 1 % FSP7; 96 % FSP1 + 4 % FSP6 + 0 % FSP7.

Die Charakterisierung der Farbflächen-Kenngrößen z.B. als 2/3 Richttiefe bedeutet, dass die für ein bestimmtes Substrat erforderliche Einsatz-Konzentration (z.B. g Farbstoff pro kg Druckpaste) dieser Farbstoffe in dieser Farbfläche bekannt ist:

Farbstoff mit den Koordinaten P1 in FT = 0,86; 18,9 g/kg

Farbstoff mit den Koordinaten P6 in FT = 0,86; 45,4 g/kg

Farbstoff mit den Koordinaten P7 in FT = 0,86; 48,1 g/kg

Der beispielsweise gewünschte Blautön mit den Daten: FT = 0,86; a* = - 18, 15; b* = -27, 18 liegt in der Farbflächenebene mit FT = 0,86 auf einem Strukturierungskreuz aus 8 % FSP1 und 46 % FSP6 und 46 % FSP7. Die Summe der Mischung muss 100 % (Δ -1) ergeben.

Zur Bestimmung der Einsatzmengen ist es notwendig, die Menge Farbstoff für verschiedene Farbflächen zu kennen. Die Einsatzmenge des Farbstoffes mit den Koordinaten P1 beträgt bei verschiedenen Farbflächen FT:

Farbstoff mit den Koordinaten P1 in:

FT = 1,0 : 38,4 g/kg

FT = 0,86 : 18,9 g/kg

FT = 0,33 : 8,4 g/kg

FT = 0,16 : 4,1 g/kg

Die Einsatzmenge des Farbstoffes mit den Koordinaten P6 beträgt bei verschiedenen Farbflächen FT:

Farbstoff mit den Koordinaten P6 in:

FT = 1,0 : 71,3 g/kg

FT = 0,86 : 45,4 g/kg

FT = 0,33 : 22,1 g/kg

FT = 0,16 : 10,6 g/kg

Die Einsatzmenge des Farbstoffes mit den Koordinaten P7 beträgt bei verschiedenen Farbflächen FT:

Farbstoff mit den Koordinaten P7 in:

FT = 1,0 : 79,0 g/kg

FT = 0,86 : 48,1 g/kg

FT = 0,33 : 20,8 g/kg
 FT = 0,16 : 9,5 g/kg

Aus den vorgenannten Einsatzmengen der Farbstoffe mit den Koordinaten P1, P6 und P7 kann die substratspezifische Konzentrationskurve ermittelt werden. Für den gewünschten Farbton mit den Daten FT = 0,66; a* = -18,16; b* = -27,18 ergeben sich folgende Einsatzmengen in g Farbstoff pro kg Druckpaste:

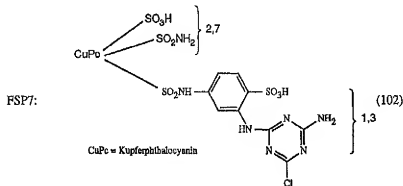
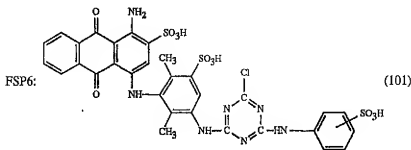
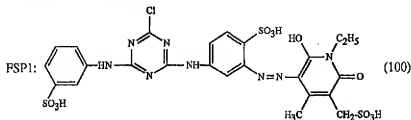
1,35 g/kg Farbstoff mit den Koordinaten von P1

20,9 g/kg Farbstoff mit den Koordinaten von P6

22,14 g/kg Farbstoff mit den Koordinaten von P7

Mit der angegebenen Mischung wird ein Baumwollgewebe in dem gewünschten Blauton bedruckt in der Richttypiefe 2/3.

Die eingesetzten Farbstoffe sind Reaktivfarbstoffe mit folgenden Konstitutionen:



Beispiel 2:

Zur Nachstellung ist ein Farbort (Grüntön) mit den Koordinaten FT = 0,66; a* = -48,00; b* = 18,00 ausgewählt. Bei der folgenden Nachstellung wird davon ausgegangen, dass die Remissionspektren der für die Nachstellung einzusetzenden Farbstoffe vorliegen, dass der Farbraum segmentiert ist durch die Eich-Farbstoffe verschiedener Farbstoffe, dass die Segmentierung der in Fig. 1 angegebenen Segmentierung entspricht, und dass dieses Segment errechnet und strukturiert worden ist gemäß Beispiel 1, siehe Fig. 2 und 3. Der Farbort

mit den gewünschten Koordinaten liegt weder auf einem Strukturierungskreuz noch auf einer der Verbindungs-
linien der Koordinaten von P1P7, P1P6, P6P7. Um diesen Farbort zu berechnen, wird gemäss der vorstehen-
den Verfahrensbeschreibung vorgegangen. Die zur Nachstellung ausgewählten Koordinaten in der Richtig-
tiefe 2/3 sind in Fig. 3 durch das +-Zeichen dargestellt. Mit der erfindungsgemässen Berechnung ergeben sich
63 Teile des gelbfärbenden Farbstoffes mit den Koordinaten von P1. Für die dazugehörigen Mischungsan-
teile der Farbstoffe mit den Koordinaten von P6 und P7 errechnet sich folgende Verteilung dieser Farbstoffe:
28,5 % des Farbstoffes mit den Koordinaten von P6 und 73,5 % des Farbstoffes mit den Koordinaten von P7.
Der Gelbanteil beträgt 63 Teile, so dass sich die restlichen 37 Teile im genannten %-Verhältnis der Farbstoffe
mit den Koordinaten von P6 und P7 wie folgt ergeben:

- 9,8 Teile des blaufärbenden Farbstoffes mit den Koordinaten von P6
27,2 Teile des türkisfärbenden Farbstoffes mit den Koordinaten von P7.

Zur Berechnung der Konzentration der Farbstoffe in der Druckpaste wird gemäss den Angaben in Beispiel
1 für die Farbtiefen-Kenngrösse $FT = 0,68$ (2/3 Richtigtiefe) folgende Konzentration errechnet:

- 10,8 g/kg des Farbstoffes mit den Koordinaten von P1
4,4 g/kg des Farbstoffes mit den Koordinaten von P6
13,1 g/kg des Farbstoffes mit den Koordinaten von P7.

Mit der angegebenen Mischung wird ein Baumwollgewebe in dem gewünschten Grünönen in der Richtig-
tiefe 2/3 bedruckt.

- Das erfindungsgemässe Verfahren wird vorzugsweise unter Verwendung eines geeigneten programmierten
Computers durchgeführt. Ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Rezepturberechnungsvor-
richtung ist in Fig. 6 schematisch dargestellt.

- Die Vorrichtung umfasst einen handelsüblichen Personal-Computer 100 z.B. der 386-er-Klasse mit einer
Eingabetaatur 101 und einer Bildschirmzeile 102 sowie einen Speicher 103. Ferner ist an den Computer
100 ein Remissionsspektrometer 104 angeschlossen. Im Speicher 103 sind die Remissionsspektren von Pro-
berfärbungen unterschiedlicher Farbtiefen der zur Verfügung stehenden Standardfarben abgespeichert. Diese
können z.B. mittels des Spektrometers 104 aufgenommen worden sein. Das Spektrometer 104 dient ferner
zur Aufnahme des Remissionsspektrums eines nachzustellenden Farbmusters 105. Das Spektrometer kann
auch dazu ausgebildet sein, aus dem Remissionsspektrum die Farbort-Koordinaten a^* und b^* und die Farbtiefe
FT des Farbmusters 105 zu berechnen. Andernfalls werden diese Grössen im Computer 100 berechnet. Mit
der Tastatur 101 können die Soll-Farbortkoordinaten der nachzustellenden Soll-Farbe auch direkt eingegeben
werden. Der Computer führt anhand der im Speicher 103 abgelegten Daten der Standardfarben und der einge-
gebenen bzw. vom Spektrometer 104 eingelesenen Daten des nachzustellenden Farbmusters die vorste-
hend beschriebenen erfindungsgemässen Berechnungsschritte durch und gibt das Ergebnis auf der Bild-
schirmzeile 102 aus.

- Alternativ oder zusätzlich kann der Computer 100 noch mit einem Eingang 106 versehen sein, über den
Ihm Soll-Farbort-Koordinaten einer nachzustellenden oder zu erzeugenden Farbe von einem anderen Eingabe-
gerät zugeführt werden können. Dabei kann es sich z.B. um ein computerunterstütztes Zeichengerät (CAD)
handeln, mit dem ein z.B. mittels Scanner oder Videokamera aufgenommenes oder sonstige erzeugtes Bild
oder Design auf einem Bildschirm visualisiert und insbesondere bezüglich seiner Farbe verändert werden kann
und das die Farbkoordinaten des zu erzeugenden Bildes an den Computer liefert.

- In Fig. 6 ist blockschematisch ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Anlage zur Herstellung
einer Farbmittelmischung, z.B. einer Drucktinte dargestellt. Die Anlage umfasst einen Computer 100 mit Ein-
gabetaatur 101, Speicher 103 und Remissionsspektrometer 104 sowie einen Mischungsregler 200, der eine
Reihe von Ventilen 201 - 206 betätigt. Letztere liegen in Leitungen 211 - 216, die von Vorratsanks 221 - 226 für
je eine Standardfarbe zu einem Mischbehälter 230 führen.

- Der Computer 100 berechnet die für die Nachstellung des Farbmusters 105 erforderlichen Mengenanteile
(Rezeptur) der Standardfarben und gibt diese an den Mischungsregler 200 weiter. Dieser betätigt aufgrund die-
ser Daten die Ventile 201 - 206 und lässt die der Rezeptur entsprechenden Mengen von Standardfarben in den
Mischbehälter 230 fliessen. Rezepturgesteuerte Mischungsregler für die Herstellung von Farbmittelmischun-
gen sind an sich bekannt und bedürfen deshalb keiner näheren Erläuterung.

- Die Anlage zur Herstellung einer Farbmittelmischung kann auch innerhalb eines Färbeprozesses bzw. als
Teil einer Färbevorrichtung eingesetzt werden. Dabei wird die für die dem Farbmuster entsprechende Färbung
einzusetzende Farbmittelmischung wie beschrieben hergestellt und dann dem Färbeprozess zugeführt. Bei der
Zubereitung der Farbmittelmischung werden die für die zu erreichende Farbtiefe erforderlichen (bekannten)
Basis-Konzentrationen der einzelnen Standardfarben entsprechend den bei der Rezeptur-Bestimmung ermit-
telten relativen Mengenanteilen der dabei bestimmten Standardfarben gewichtet und die Standardfarben ent-
sprechend gemischt.

Das erfindungsgemässe Rezepturberechnungsverfahren lässt sich insbesondere auch zur Steuerung el-

ner Druckvorrichtung, insbesondere eines Tintenstrahldruckers einsetzen. In Fig. 8 ist blockschematisch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Mehrfarben-Tintenstrahldruckers dargestellt, wobei die konventionellen, für das Verständnis der Erfindung unwesentlichen Bestandteile weggelassen sind.

Der Drucker umfasst einen ersten Computer 100 mit Speicher 103 und Steuereingang 106, einen Mischungsregler 300, eine Anzahl von z.B. acht Dosiereinrichtungen 301-308, entsprechend viele Vorratsbehälter 321-328 für Standarddruckfarben, acht Farbdruckköpfe 331-338, die mit den Vorratsbehältern über die Dosiereinrichtungen enthaltene Leitungen 311-318 verbunden sind, und einen zweiten Computer 400 mit einem Steuereingang 406 und einem Speicher 403.

Der zweite Computer 400 dient zur Steuerung der diversen konventionellen Funktionen des Druckers, z.B. auch der Positionierung der Druckköpfe 331-338. Die Befehle dazu erhält er von einem externen Steuergerät, üblicherweise einem Computer oder eventuell auch einem CAD-Gerät, über seinen Steuereingang 408.

Der erste Rechner 100 erhält ebenfalls vom externen Steuergerät über seinen Steuereingang die Information über die Farbe der zu druckenden Bildpunkte in Form von Soll-Farbkordinaten FT, a+ und b+. Aus dieser Information und den gespeicherten Daten der in den Vorratsbehältern 321-328 vorhandenen Standardfarben berechnet er dann die Rezeptur der zu druckenden Farbmischung und gibt sie an den Mischungsregler 300 weiter. Dieser wendet die Rezepturdaten in volumetrische Daten um und steuert damit die Dosiereinrichtungen 301-308. Diese liefern eine den volumetrischen Daten entsprechende Menge der einzelnen Standarddruckfarben in Form von Einzeltröpfchen an die zugeordneten Druckköpfe, welche diese auf das Substrat aufbringen.

Der erste Computer berechnet also aufgrund von vorgegebenen Soll-Farbkordinaten die Rezepturen der erforderlichen Farbmittelmischungen. Wenn man eine beschränkte Anzahl der mit dem Drucker zu druckenden Farbtöne vorgibt, so kann jeder Farbton beziehungsweise der diesen definierende Satz von Farbkordinaten durch einen Code, z.B. eine Nummer gekennzeichnet werden und die Codes können zusammen mit den für die durch sie gekennzeichneten Farbtöne berechneten Rezepturen in Form einer Tabelle im Speicher 403 abgelegt werden. Für das Drucken einer gewünschten Farbe genügt es dann, dem zweiten Computer 400 über seinen Eingang 406 den dieser Farbe zugeordneten Code zuzuführen. Der Computer 400 liest dann aufgrund des Codes die erforderliche Rezeptur an dem Speicher 403 und übergibt diese an den Mischungsregler 300 zur weiteren Verarbeitung. Dieser Vorgang ist in der Fig. 8 durch die strichlierte Linie 401 symbolisiert.

Der erste Computer 100 und sein Speicher 103 werden in diesem Fall nur zur Erstellung der im Speicher 403 abgelegten Code-Rezeptur-Tabelle benötigt und können auch ausserhalb des Druckers angeordnet sein, wenn der zweite Computer 400 so programmiert ist, dass die Code-Rezeptur-Tabelle von aussen in den Speicher 403 geladen werden kann (Down Loading/Firmware).

Selbstverständlich ist die Erfindung nicht nur für Tintenstrahldrucker geeignet, sondern lässt sich überall da mit Vorteil einsetzen, wo eine Farbvorlage in ein Farbgebungssystem exakt übertragen werden soll.

Patentansprüche

- Verfahren zur Bestimmung der Rezeptur einer Farbmittelmischung, die auf einem Substrat denselben Farbeindruck hervorrufen soll wie eine nachzustellende Sollfarbe, wobei die Mengenteile der einzelnen Farben eines Satzes vorgegebener Standardfarben in der Farbmittelmischung ermittelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass in einem dreidimensionalen kartesischen Farbraum, dessen drei Koordinaten-Achsen die beiden Farbort-Koordinaten nach CIE und eine Farbtiefe-Koordinate darstellen,
 - anhand einer Soll-Farbtiefe-Koordinate und zweier Soll-Farbort-Koordinaten ein Soll-Farbort für die nachzustellende Sollfarbe festgelegt wird,
 - in einer durch die Soll-Farbtiefe-Koordinate des Soll-Farborts definierten Soll-Farbtiefe-Ebene des Farbraums die durch die Farbort-Koordinaten ausgedrückten Eich-Farbtöne der einzelnen vorgegebenen Standardfarben bestimmt werden,
 - die Soll-Farbtiefe-Ebene in nicht überlappende Dreiecksflächen segmentiert wird, deren Eckpunkte die Eich-Farbtöne von jeweils drei der Standardfarben sind, deren Begrenzungslinien die Farbtöne aller Zweiermischungen von jeweils zwei der drei eine Dreiecksfläche festlegenden Standardfarben darstellen und deren Innere Punkte die Farbtöne aller Dreiermischungen der jeweils betreffenden drei Standardfarben für diese Soll-Farbtiefe angeben,
 - diejenigen Standardfarben bestimmt werden, in deren durch sie festgelegter Dreiecksfläche sich der Soll-Farbort der nachzustellenden Sollfarbe befindet,
 - diejenige Mischung der so bestimmten drei Standardfarben ermittelt wird, deren Farbort innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs mit dem Soll-Farbort der nachzustellenden Sollfarbe übereinstimmt,

- und die relativen Mengenanteile der drei Standardfarben an der so ermittelten Mischung als Ergebnis der Rezeptur-Bestimmung ausgegeben und/oder gespeichert werden.
- 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eich-Farborde der Standardfarben aus deren Remissionsspektren rechnerisch ermittelt werden.
- 3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Eich-Farborde der Standardfarben durch farbmétrische Ausmessung physikalischer Farbemuster mit der durch den Soll-Farbart der nachzustellenden Sollfarbe definierten Soll-Farbtiefe ermittelt werden.
- 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass der Soll-Farbart der nachzustellenden Sollfarbe durch farbmétrische Ausmessung der Sollfarbe festgelegt wird.
- 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-4, dadurch gekennzeichnet, dass für die Bestimmung der gesuchten Mischung der drei Standardfarben jeweils für eine ausgewählte Mischung der zugehörige Farbart berechnet und mit dem Soll-Farbart verglichen wird, um dass die relativen Mengenanteile der Standardfarben an der ausgewählten Mischung sukzessive solange variiert werden, bis der berechnete Farbart innerhalb des vorgegebenen Toleranzbereichs mit dem Soll-Farbart der nachzustellenden Sollfarbe übereinstimmt.
- 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass die Segmentierung der Soll-Farbtiefe-Ebene in Dreiecksfächen nach vorgegebenen Auswahlkriterien wie z.B. applikatorischen Eigenschaften und/oder Preisklassen erfolgt.
- 7. Anwendung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche in einem Färbe- und/oder Druckprozess, dadurch gekennzeichnet, dass die für die Erzielung der durch den Soll-Farbart der zu erreichenden Sollfarbe festgelegte Soll-Farbtiefe erforderlichen Basis-Konzentration der einzelnen Standardfarben entsprechend den bei der Rezeptur-Bestimmung ermittelten relativen Mengenanteilen der dabel bestimmten Standardfarben gewichtet werden.
- 8. Anwendung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche zur Herstellung einer Farbmittelmischung.
- 9. Färbe- und/oder Druckprozess, bei dem ein Substrat in einer gewünschten Sollfarbe mit einer vorgegebenen Soll-Farbtiefe eingefärbt wird, dadurch gekennzeichnet, dass das Substrat mit einer Farbmittelmischung beaufschlagt wird, deren Rezeptur gemäÙ dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1-8 bestimmt wird.
- 10. Färbe- und/oder Druckprozess nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die für die Erzielung der vorgegebenen Soll-Farbtiefe erforderlichen Basis-Konzentrationen der einzelnen Standardfarben entsprechend den bei der Rezeptur-Bestimmung ermittelten relativen Mengenanteilen der dabel bestimmten Standardfarben gewichtet werden.
- 11. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1-6 zur Steuerung einer Mehrfarben-Druckvorrichtung, insbesondere eines Mehrfarben-Tintenstrahldruckers, welche mit einem vorgegebenen Satz von Standardfarbmitteln ausgestattet ist, wobei die für die Erzielung einer gewünschten Sollfarbe erforderlichen Mengenanteile der auf ein Substrat zu applizierenden Standardfarbmittel aufgrund der Rezeptur-Bestimmung gesteuert werden.
- 12. Vorrichtung zur Bestimmung der Rezeptur einer Farbmittelmischung, die auf einem Substrat denselben Farbeindruck hervorruft wie eine nachzustellende Sollfarbe, mit einem Rechner (100), der aus gespeicherten Daten eines Satzes vorgegebener Standardfarben und aus eingegebenen farbmétrischen Daten der Sollfarbe die Mengenanteile der einzelnen Standardfarben in der zu berechnenden Farbmittelmischung bestimmt, dadurch gekennzeichnet, dass der Rechner (100) die Rezepturberechnung auf der Grundlage eines dreidimensionalen kartesischen Farbraums durchführt, dessen drei Koordinaten-Achsen die beiden Farbart-Koordinaten nach CIE und eine Farbtiefe-Koordinate darstellen, wobei die nachzustellende Sollfarbe durch eine Soll-Farbtiefe-Koordinate und zwei Soll-Farbart-Koordinaten festgelegt ist, und dass der Rechner (100)
 - in einer durch die Soll-Farbtiefe-Koordinate des Soll-Farborts definierten Soll-Farbtiefe-Ebene des

Farbraums die durch die Farbort-Koordinaten ausgedrückten Eich-Farborte der einzelnen vorgegebenen Standardfarben bestimmt,

- die Soll-Farbtiefe-Ebene in nicht überlappende Dreiecksflächen segmentiert, deren Eckpunkte die Eich-Farborte von jeweils drei der Standardfarben sind, deren Begrenzungslinien die Farborte aller Zweiermischungen von jeweils zwei der drei eine Dreiecksfläche festlegenden Standardfarben darstellen und deren innere Punkte die Farborte aller Dreiermischungen der jeweils betreffenden drei Standardfarben angeben,

- diejenigen Standardfarben bestimmt, in deren durch sie festgelegter Dreiecksfläche sich der Soll-Farbort der nachzustellenden Sollfarbe befindet,

- diejenige Mischung der so bestimmten drei Standardfarben ermittelt, deren Farbort innerhalb eines vorgegebenen Toleranzbereichs mit dem Soll-Farbort der nachzustellenden Sollfarbe übereinstimmt, - und die relativen Mengenanteile der drei Standardfarben an der so ermittelten Mischung als Ergebnis der Rezeptur-Bestimmung angibt und/oder speichert.

13. Färbevorrichtung, gekennzeichnet durch eine Vorrichtung zur Bestimmung der Rezeptur einer Farbmittelmischung gemäss Anspruch 12.

14. Anlage zur Herstellung einer Farbmittelmischung mit einer Vorrichtung (100-105) zur Bestimmung der Rezeptur der herzustellenden Farbmittelmischung und mit einer von dieser gesteuerten Misch- und Dosiereinrichtung (200-230) für vorrätig gehaltene Standardfarben, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur Bestimmung der Rezeptur gemäss Anspruch 12 ausgebildet ist.

15. Mehrfarbendruckvorrichtung mit einer Anzahl von Vorratsbehältern (321-328) für Standarddruckfarben, mit einer Anzahl von diesen zugeordneten und über Dosiereinrichtungen (301-308) verbundenen Druckköpfen (331-338) und mit einer Steuereinrichtung (400, 300) für die Dosiereinrichtungen und die Druckköpfe, gekennzeichnet durch eine Rezepturberechnungsvorrichtung (100), welche aufgrund von ihr zugeführten Farbdaten und gespeicherten Daten über die Standarddruckfarben die Mengenanteile der von den Druckköpfen zu applizierenden Standarddruckfarben steuert.

16. Druckvorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Rezepturberechnungsvorrichtung (100) gemäss Anspruch 12 ausgebildet ist.

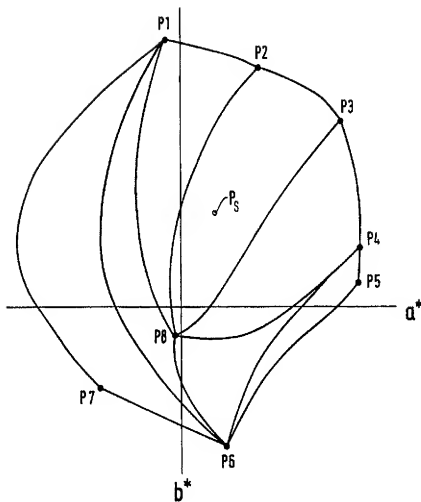
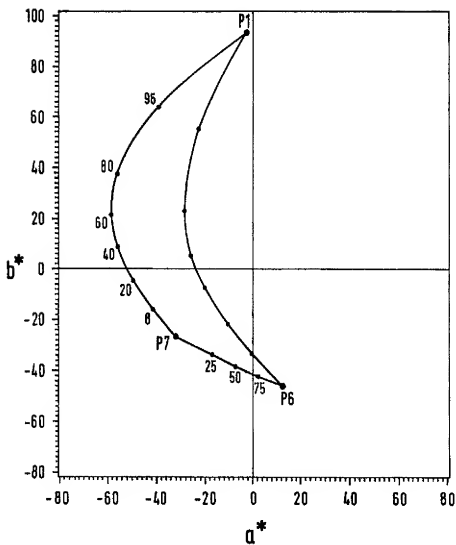
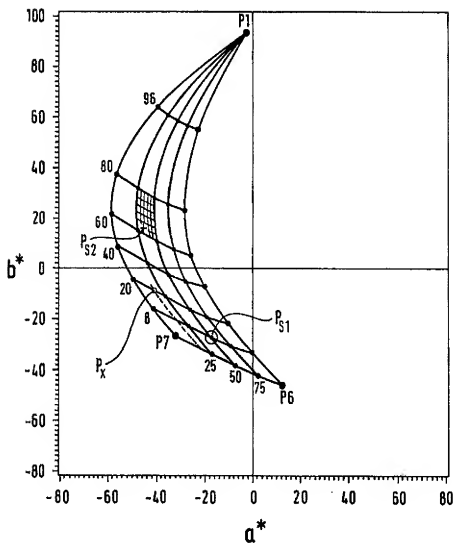


Fig. 1

**Fig. 2**

**Fig. 3**

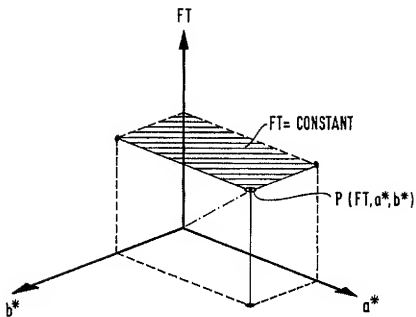


Fig. 4

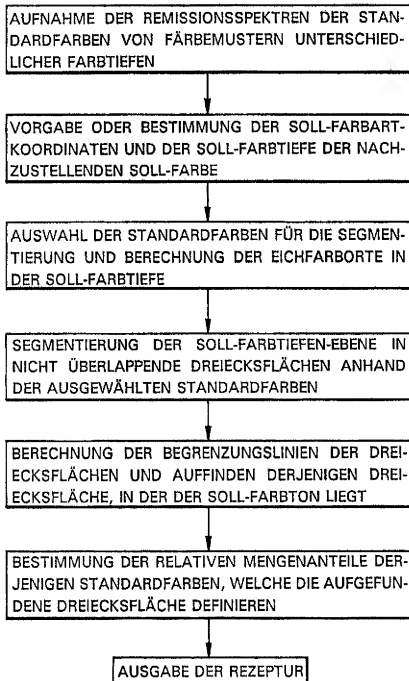


Fig. 5

